



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 582 191 A1**

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

Anmeldenummer: **93112046.3**

Int. Cl.<sup>5</sup>: **B24C 5/04**

Anmeldetag: **28.07.93**

Priorität: **03.08.92 DE 4225590**

**D-80809 München(DE)**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**09.02.94 Patentblatt 94/06**

Erfinder: **Szücs, Johann**  
**Conollystrasse 31**  
**D-80809 München(DE)**

Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC**  
**NL PT SE**

Vertreter: **Marx, Lothar, Dr.**  
**Patentanwälte Schwabe, Sandmair, Marx**  
**Stuntzstrasse 16**  
**D-81677 München (DE)**

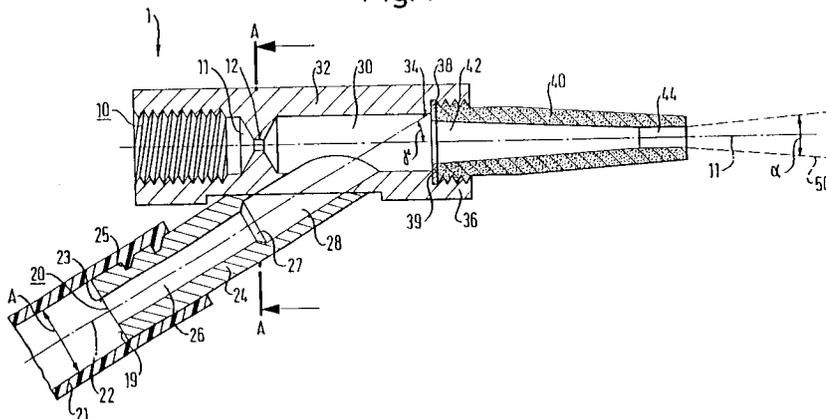
Anmelder: **Szücs, Johann**  
**Conollystrasse 31**

**Vorrichtung und Verfahren für die Behandlung von empfindlichen Oberflächen, insbesondere von Skulpturen.**

Eine Vorrichtung für die Behandlung, beispielsweise die Reinigung von empfindlichen, insbesondere stark konturierten Oberflächen wie die von Skulpturen aus Holz, Gips, Bronze und dergleichen, weist einen Mischkopf (1) zum Vermischen von dem Mischkopf (1) zugeführten Medien und zum Versprühen eines daraus gebildeten Behandlungsstrahls (50) auf. Der Mischkopf (1) besitzt eine Mischkammer (30), in die unter Druck über eine erste Zuführung (10) durch einen Einlaß (12) ein erster Strahl mit einem flüssigen Behandlungsmittel eingeleitet und über eine zweite Zuführung (20) ein zweiter Strahl, dessen Strahlachse (22) unter einem Winkel ( $\gamma$ ) gegenüber der Strahlachse (11) des ersten Strahls

geneigt ist und exzentrisch dazu verläuft, eingeleitet werden. Bei dieser Vorrichtung weist der Einlaß (12) für den ersten Strahl eine schlitzförmige Einlaßöffnung (14) auf, die so orientiert ist, daß der erste Strahl die Querschnittsfläche des zweiten Strahls im Schnittbereich im wesentlichen überdeckt. Die Behandlung von empfindlichen, stark konturierten Oberflächen erfolgt erfindungsgemäß und insbesondere unter Einsatz dieser Vorrichtung mittels eines um seine erzeugende Strahlachse (11) rotierenden Behandlungsstrahls (50) mit zumindest einem vor seiner Zerstäubung flüssigen Behandlungsmittel. Der Behandlungsstrahl öffnet sich trotz seiner Rotation unter einem Winkel ( $\alpha$ ) von weniger als  $30^\circ$ .

Fig. 1



EP 0 582 191 A1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung für die Behandlung, beispielsweise die Reinigung, von empfindlichen Oberflächen, insbesondere von stark konturierten Oberflächen wie die von Skulpturen aus Holz, Gips, Bronze und dergleichen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren für die Behandlung von empfindlichen, stark konturierten Oberflächen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 11.

Bei der Behandlung von empfindlichen, stark konturierten Oberflächen, wie sie typischerweise bei Skulpturen, beispielsweise Holz- Gips- oder Bronzefiguren, anzutreffen sind, stellt sich das zweifache Problem einer zugleich schonenden und trotzdem gründlichen Behandlung. Die Oberflächen sind zum einen empfindlich, was ganz besonders bei hervorstehenden Oberflächen, beispielsweise der Nase einer menschlichen Figur, der Fall ist, und sie sind zum Teil nur schwer zugänglich, weil sie wegen der Oberflächenkonturierung hinter Vorsprüngen, Verwerfungen und dergleichen zurücktreten oder auch verborgen sind.

Zum Reinigen von im wesentlichen planen und vergleichsweise unempfindlichen Oberflächen sind Strahlverfahren mit Schleifpartikeln bekannt, die im Strahl unter hohem Druck geradlinig auf die zu reinigende Oberfläche geschleudert werden.

Für den gleichen Anwendungszweck, nämlich der Reinigung von im wesentlichen planen, im Unterschied zum Vorhergehenden jedoch empfindlichen Oberflächen, sind aus der EP 0 171 448 B1 ein Verfahren und eine Vorrichtung bekannt, wonach bzw. bei der die Reinigung mittels eines um seine Mittelachse rotierenden Reinigungsstrahls erfolgt. Im Reinigungsstrahl sind zerstäubtes Wasser, Luft und ein aus Feststoffpartikeln bestehendes Reinigungsmittel enthalten. Die bekannte Vorrichtung wird im wesentlichen durch einen Mischkopf gebildet, in dessen Mischkammer jeweils unter Druck zum einen ein Gemisch aus Wasser und Luft über eine Zerstäubungsdüse und zum anderen über eine weitere Zuführung ein Gemisch aus Luft und Feststoffpartikeln eingeleitet werden. Ein erster der beiden Gemischströme wird über eine einfache zylindrische Bohrung in die Mischkammer eingeleitet. Der zweite Gemischstrom trifft in der Mischkammer unter einem Winkel und einer Exzentrizität zu dem ersten Gemischstrom auf. Die beiden Gemischströme vermischen sich und verlassen den Mischkopf als rotierender Reinigungsstrahl.

Der Einsatz dieses schonenden Verfahrens zur Behandlung, beispielsweise zum Reinigen oder Polieren oder zum Auftragen einer Schutzflüssigkeit, von stark konturierten Oberflächen, wie sie z.B. bei Holz- oder Gipsfiguren in Kirchen anzutreffen sind, ist nicht bekannt. Dazu weist der aus dem Mischkopf tretende Strahl einen allzu großen Öffnungs-

winkel auf.

Da die beiden Gemischströme in einem Winkel und exzentrisch zueinander in die Mischkammer des vorbekannten Mischkopfes eingeleitet werden, wird zumindest einer der beiden unter Druck stehenden Ströme gegen die seiner Einlaßmündung gegenüberliegende Mischkammerwandung geschleudert und kann mit zunehmender Einsatzdauer des Mischkopfes einen unerwünschten Materialabtrag im Auftreffbereich erzeugen. Ganz besonders kommt dieser unerwünschte Effekt wegen der gegenseitigen Exzentrizität der beiden in die Mischkammer eingeleiteten Gemischströme zum Tragen, da der auf die Mischkammerwandung gerichtete Gemischstrom beim Aufprall noch einen Großteil seiner kinetischen Energie besitzt.

Die Erfindung hat es sich zur Aufgabe gemacht, die mit den aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren und Vorrichtungen verbundenen Nachteile zu vermeiden. Insbesondere soll eine zugleich schonende und gründliche Behandlung empfindlicher und stark konturierter Oberflächen ermöglicht werden. Bei einer Vorrichtung zur Erzeugung eines rotierenden und daher schonenden Behandlungsstrahls soll eine besonders gute Vermischung und Drehimpulsübertragung in der Mischkammer eines Mischkopfes bei gleichzeitiger Verschleißminderung der Mischkammerwandung erzielt werden.

Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der Ansprüche 1 bzw. 11 gelöst.

Vorteilhafte, nicht glatt selbstverständliche Ausgestaltungen der Erfindung werden durch die nachgeordneten Ansprüche beansprucht.

Durch die Anwendung eines Strahlverfahrens, und zwar eines Strahlverfahrens, bei dem der Strahlinhalt um seine in Strahlfortschrittsrichtung weisende Mittelachse rotiert, kommen die Strahlpartikel, nämlich zerstäubtes flüssiges Behandlungsmittel und/oder feste Polier- bzw. Schleifpartikel, auf der zu behandelnden Oberfläche in Form einer materialschonenden Wischbewegung zur Wirkung. Durch den erfindungsgemäßen Einsatz solch eines Strahlverfahrens zur Behandlung von empfindlichen, stark konturierten Oberflächen, beispielsweise von Skulpturen, kann das Restaurieren solcher Gegenstände erheblich vereinfacht und wegen der Zeitersparnis gegenüber den üblicherweise eingesetzten rein manuellen Verfahren, beispielsweise dem Auskratzen von Schmutz mit entsprechenden Handwerkzeugen oder dem Abwischen mit Lappen, verbilligt werden. Das Risiko einer Zerstörung eines wertvollen Objekts wird reduziert.

Die erfindungsgemäße Maßnahme, unter Druck zwei gegeneinander geneigte und mit ihren jeweiligen Mittelachsen exzentrisch zueinander verlaufende Strahlen so in eine Mischkammer eines Mischkopfes einzuleiten, daß der eine Strahl eine solche

Ausdehnung besitzt, daß er von der Mittelachse des anderen Strahls geschnitten wird, insbesondere daß die Querschnittsfläche des zweiten Strahls von dem ersten Strahl im gemeinsamen Schnittbereich zu einem größeren Teil oder gar im wesentlichen überdeckt wird, bewirkt eine gute Vermischung und Drehimpulsaufprägung zur Erzeugung eines resultierenden Rotationsstrahls. Gleichzeitig wird dem Verschleiß durch Materialabtrag der Mischkammerwandung entgegengewirkt, da die kinetischen Energien der beiden Strahlen beim Zusammentreffen außergewöhnlich effektiv in Rotationsenergie und Translationsenergie des resultierenden Gemischstrahls umgewandelt werden und keiner der Strahlen noch vor dem Zusammenprall einen nicht unerheblichen Teil seiner kinetischen Energie auf die Mischkammerwandung übertragen kann.

Erfindungsgemäß wird ein Gemischstrahl, der ein einziges oder auch eine Mischung unterschiedlicher flüssiger Behandlungsmittel enthalten kann, über eine erste Zuführung durch eine schlitzförmige Einlaßöffnung in die Mischkammer eingeleitet, wodurch ein quer zur Strahlfortschrittsrichtung ausgedehnter, als Breitstrahl zu bezeichnender Strahl entsteht. Schlitzförmig bedeutet in diesem Zusammenhang, daß die quer bzw. in etwa quer zur Mittellängsachse des Breitstrahls verlaufende Einlaßöffnung eine längere und eine kürzere Hauptachse besitzt. Bevorzugt ist sie einfach rechteckförmig, gegebenenfalls mit halbrunden kurzen Seiten. Wegen seiner Orientierung überdeckt dieser Breitstrahl erfindungsgemäß den Weg des zweiten, unter einem Neigungswinkel und exzentrisch zur Mittellängsachse des Breitstrahls in die Mischkammer eingeleiteten Strahls zu einem größeren Teil oder sogar vollständig bzw. nahezu vollständig. Zu diesem Zweck besitzt die Längsachse der Einlaßöffnung eine Querkomponente zu der Ebene, die von den zum Schnitt gebrachten Parallelprojektionen der Strahlmittelachsen der beiden in die Mischkammer eingeleiteten Strahlen aufgespannt wird. Bevorzugterweise steht die Längsachse dieser Öffnung in etwa rechtwinklig auf dieser Ebene.

Der Einlaß mit der schlitzförmigen Öffnung kann beispielsweise als Schlitzblende oder in besonders vorteilhafter Ausgestaltung als engste Durchlaßöffnung einer sich zu dieser engsten Öffnung hin verjüngenden und anschließend wieder öffnenden Düse ausgebildet sein.

Der zweite Strahl, der ein Gemisch aus Druckgas und Feststoffpartikeln enthalten kann, wird über eine zweite Zuführung in die Mischkammer eingeleitet, deren Durchlaßquerschnitt sich nach der Erfindung in seinem Verlauf zum Einlaß in die Mischkammer hin verbreitert. Dadurch kann bei ansonsten gleichem Massendurchsatz eine Verringerung der kinetischen Energie dieses zweiten Strahls erreicht werden.

Ganz besonders vorteilhaft wird dieser Effekt durch die erfinderische Ausbildung einer plötzlichen Verbreiterung herbeigeführt. Erst dadurch ist gewährleistet, daß der zweite Strahl in seinem Kernbereich, der exzentrisch zur Mittelachse des ersten Strahls liegt und an dem ersten Strahl vorbeischießen könnte, keine ausgeprägte Geschwindigkeitsspitze mehr aufweist, sondern ein insgesamt turbulentes, vergleichsweise stumpfes Geschwindigkeitsprofil besitzt. Der zweite Strahl bzw. dessen Bestandteile weisen daher beim Zusammentreffen mit dem ersten Strahl in Strahlfortschrittsrichtung eine geringere Geschwindigkeit auf als dies bei gleichmäßigem oder auch bei allmählich sich verbreiterndem Verlauf der zweiten Zuführung der Fall wäre. Der Strahlinhalt besitzt infolge der nach der plötzlichen Verbreiterung entstehenden Turbulenzen Quergeschwindigkeitskomponenten, die ihrerseits zur guten Vermischung und damit auch zur Verbesserung der Drehimpulsaufprägung bzw. -erzeugung beitragen.

Die Verbreiterung erfolgt nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung von einem ersten auf einen zweiten kreiszylindrischen Durchlaßquerschnitt, deren Durchmesser Verhältnis im Bereich zwischen 2:3 und 4:5, besonders bevorzugt bei etwa 3:4, liegt.

In diesem Zusammenhang ist ferner das Verhältnis des Mischkammerdurchmessers, wobei die Mischkammer bevorzugt ebenfalls kreiszylindrischen Querschnitt aufweist, zu dem Durchmesser des Einlasses der zweiten Zuführung in die Mischkammer von besonderem Interesse. Dieses Verhältnis liegt vorzugsweise zwischen 4:3 und 6:5, insbesondere bei 5:4, so daß sich vom Durchmesser des ersten Abschnitts der zweiten Zuführung über deren zweiten Abschnitt zum Mischkammerdurchmesser in der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung die Verhältniskette von etwa 3:4:5 ergibt.

Hinter dem auf der Höhe des Schnitts der beiden sich mischenden Strahlen liegenden Bereich der Mischkammerwand, insbesondere hinter dem Bereich, der in Verlängerung der Mittelachse des zweiten Strahls liegt, ist vorteilhafterweise ein Vorsprung ausgebildet. Dieser Vorsprung wird vorteilhafterweise so scharfkantig wie möglich ausgeführt. Dadurch kann ein Abgleiten der in diesem Bereich winkelig zur Kammerwand auftreffenden Strahlbestandteile verhindert oder zumindest reduziert und eine frühzeitige Rotationsbildung gefördert werden.

Bevorzugterweise wird der derart gebildete und bereits in Drehung befindliche Gemischstrahl durch einen sich an die Mischkammer anschließenden, allmählich, insbesondere stetig, verjüngten Abschnitt des Mischkopfes geführt und dabei eingeschnürt. Die Geometrie dieses Abschnitts ist erfin-

5 dungsgemäß so bemessen, daß die als Quotient aus der Länge und - im Falle einer bevorzugten kreiszylindrischen Querschnittsform -dem Einlaßdurchmesser des Abschnitts gebildete Streckung zwischen 4:1 und 8:1 liegt und besonders bevorzugt 5:1 beträgt. Gleichzeitig sollte die Verjüngung als Quotient aus Einlaß- und Auslaßdurchmesser höchstens 4:1 und bevorzugterweise lediglich etwa 2.3:1 betragen.

10 Vorzugsweise wird der genannte Vorsprung dadurch ausgebildet, daß der verjüngte Abschnitt an seinem mischkammerseitigen Ende einen kleineren Durchmesser als die Mischkammer besitzt und ein ringförmiger Vorsprung bzw. eine umlaufende Schulter entsteht. Bevorzugterweise stößt der verjüngte Abschnitt an dieser Übergangsstelle an einem Sinterring an. Der Durchmesser der Mischkammer sollte dabei im Verhältnis von etwa 5:4 verkleinert werden, zumindest jedoch sollte der Vorsprung einen halben Millimeter in den Öffnungsquerschnitt hineinragen.

15 Vorteilhafterweise wird der verjüngte Abschnitt - wie die mit den Strahlbestandteilen in Berührung kommenden inneren Wandungen des Mischkopfes bevorzugterweise auch - durch ein Material gebildet, das eine Oberfläche aufweist, die zwar verschleißfest ist, aber gleichzeitig eine ausreichende Rauigkeit besitzt, um ein zu leichtes Entlanggleiten von Strahlbestandteilen zu verhindern. Grundsätzlich sind die gewünschten Eigenschaften durch Einsatz verschiedener keramischer Materialien zu erzielen, so daß insbesondere der verjüngte Abschnitt zumindest eine keramische Oberfläche aufweist, der Vorsprung selbst jedoch besonders verschleißfest als Sinterring ausgebildet ist.

20 Weiterhin erweist es sich als vorteilhaft, an den sich verjüngenden Abschnitt strahlausgangsseitig noch einen Abschnitt mit in etwa konstantem Durchlaßquerschnitt anzuschließen. In diesem letzten Abschnitt findet eine nochmalige Vergleichmäßigung und Beruhigung des Strahlinhalts statt.

25 In den beiden letztgenannten Abschnitten erfährt der Gemischstrahl eine Festigung und Verstärkung der Rotation, wodurch insbesondere ein für die Hauptverwendung in besonderem Maße geeigneter, sich kegelförmig mit einem kleinen Öffnungswinkel ausbreitender Behandlungsstrahl erzeugt werden kann.

30 Bedeutung kommt auch dem Verhältnis der Längen dieser beiden hintereinanderliegenden Abschnitte zu. Die Länge des auslaßseitigen Abschnitts beträgt vorteilhafterweise mindestens ein Sechstel, insbesondere ein Fünftel bis ein Viertel, der Länge des verjüngten Abschnitts.

35 Bei dem flüssigen Behandlungsmittel handelt es sich in den meisten Fällen um Wasser. Je nach Art der Behandlung kann das Wasser jedoch auch durch eine besondere Waschflüssigkeit oder aber

eine Schutzflüssigkeit, beispielsweise gegen Rost, ersetzt werden. Gegebenenfalls kann auch eine entsprechende Mischung von verschiedenen Behandlungsmitteln eingesetzt werden. Im Falle einer Reinigung werden dem Mischkopf zusätzlich feste Partikel als Polier- oder Schleifpartikel zugeführt. Grundsätzlich können auch Eispartikel diese festen Partikel bilden, wobei dem Mischkopf entweder bereits kristallisierte Eispartikel zugeführt oder aber diese Eispartikel erst im bereits zerstäubten Gemischstrahl im Anschluß an die Mischkammer erzeugt werden.

40 Gemäß der Erfindung kommt ein rotierender Behandlungsstrahl zum Einsatz, der einen Öffnungswinkel von weniger als 30°, insbesondere sogar von weniger als 20°, aufweist, um mit der Wischbewegung auch noch hinter hervorstehenden Oberflächen zurückliegende und eventuell sogar zum Teil verdeckte Oberflächen zu erreichen und den Strahlinhalt so gezielt wie möglich nur in solch einem Bereich wirken zu lassen.

45 Die Erfindung wird nachstehend anhand einer bevorzugten Ausführungsform unter Bezugnahme auf die Zeichnungen im einzelnen erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 einen Mischkopf im Längsschnitt; und
- Fig. 2 einen Einlaß mit einer schlitzförmigen Einlaßöffnung gemäß dem Querschnitt A-A nach Fig. 1.

50 Der aus der Fig. 1 ersichtlichen, allgemein als Mischkopf 1 bezeichneten Vorrichtung werden über eine erste Zuführung 10 ein erster Strahl eines Gemisches eines flüssigen Behandlungsmittels und eines Druckgases und über eine zweite Zuführung 20 ein zweiter Strahl zugeführt, der ein Druckgas, wofür im folgenden beispielhaft immer Druckluft genannt sei, und Feststoffpartikel enthält. Die Mittelachse 22 der zweiten Zuführung 20 ist unter einem Winkel  $\gamma$  zur Mittelachse 11 des durch die erste Zuführung 10 über einen Einlaß 12 in die Mischkammer 30 eingeleiteten ersten Strahls geneigt angeordnet. Zusätzlich verlaufen die Mittelachsen 11 und 22 der beiden Strahlen exzentrisch aneinander vorbei, so daß der aus den beiden Strahlen gebildete Gemischstrahl in Rotation um seine Strahlfortschrittsrichtung, die mit der Achse 11 des ersten Strahls zusammenfällt, versetzt wird.

55 Im Ausführungsbeispiel weist die Mittelachse 11 des über den Einlaß 12 in die Mischkammer 30 eingeleiteten ersten Strahls auf den Auslaß der Mischkammer 30. In diesem Beispiel fällt die Stahlmittelachse 11 sogar mit der Symmetrieachse der rotationssymmetrisch ausgebildeten Mischkammer 30 zusammen. In geeigneter Anordnung der beiden Zuführungen 10 und 20 in Verbindung mit geeignet gewählten Massen- bzw. Volumenerhältnissen der beiden in der Mischkammer 30 vermischten Strahlen sind jedoch unter Beibehaltung eines Nei-

gungswinkels  $\gamma$  und einer Exzentrizität auch andere Anordnungen für die Strahleinleitung in die Mischkammer denkbar.

Das in der Mischkammer 30 in Rotation versetzte Gemisch aus Druckluft und dem zerstäubten, flüssigen Behandlungsmittel, wofür beispielhaft Wasser angeführt sei, gelangt nach Einschnürung in einem sich an die Mischkammer 30 ausgangseitig anschließenden, allmählich verjüngten Abschnitt 42 zu einem Auslaßabschnitt 44 des Mischkopfes 1. Der Auslaßabschnitt 44 ist als Abschnitt mit in etwa konstantem Querschnittsverlauf ausgebildet. Der aus dem Auslaß 44 austretende Behandlungsstrahl 50 öffnet sich kegelförmig unter einem Öffnungswinkel  $\alpha$  von etwa  $20^\circ$ , so daß sich der Behandlungsstrahl in der üblichen Arbeitsentfernung zu einer höchstens fünfmarkstücksgroßen Kegelfläche öffnet.

Um eine möglichst innige Vermischung des ersten und des zweiten in die Mischkammer eingeleiteten Strahls und damit gleichzeitig eine möglichst gute Drehimpulsaufprägung zu erzielen, wird der über die erste Zuführung 10 zugeführte erste Strahl in Form eines in einer Querrichtung zu seiner Strahlmittellachse 11 ausgedehnten und deshalb als Breitstrahl bezeichneten Strahls in die Mischkammer 30 eingeleitet. Dadurch wird erreicht, daß die Querschnittsfläche des zweiten Strahls, der unter einer Exzentrizität auf den Breitstrahl trifft, weitgehend vom Breitstrahl überdeckt und seine kinetische Energie somit bestmöglich absorbiert wird. Gleichzeitig wird durch den Breitstrahl derjenige Bereich 34 der Mischkammerwandung geschützt, der in gerader Verlängerung der Mittellachse 22 der zweiten Zuführung 20 liegt. Ohne solche eine Abschirmung durch den Breitstrahl würde der vorbeischießende zweite Strahl im Bereich 34 auf der Kammerwand auftreffen, wie dies beispielsweise bei einem gemäß der EP 0 171 448 B1 ausgebildeten Mischkopf durchaus der Fall sein könnte. Dies umso eher, je kleiner die Abmaße eines Mischkopfes gewählt werden. Je nach der Art der im zweiten Strahl enthaltenen Strahlbestandteile, worunter sich insbesondere auch fest Polier- oder Schleifpartikel befinden können, wäre ohne die beschriebene Abschirmung durch den als Breitstrahl ausgebildeten ersten Strahl ein nicht zu vernachlässigender Materialabtrag des Wandungs Bereichs 34 zu befürchten.

In Fig. 2 ist die Düse 12 an ihrer engsten Stelle im Querschnitt A-A dargestellt. Diese engste Stelle wird durch eine schlitzförmige, im Ausführungsbeispiel rechteckförmige Düsenöffnung 14 gebildet, deren Längsachse 16 in etwa senkrecht auf der Ebene steht, die durch die Mittellängsachse 11 der Düse 12 bzw. des ersten Strahls und die Parallelprojektion 22' der Mittellachse 22 der zweiten Zuführung, also der Richtung des in die Mischkam-

mer 30 eingeleiteten zweiten Strahls, aufgespannt wird. Die Längsachse 16 der Düsenöffnung 14 könnte jedoch auch bis zu einem vorzugebenden Maß unter einem anderen, geeigneten Neigungswinkel zu dieser Ebene verlaufen.

Die zweite Zuführung 20 ist, wie in Fig. 1 dargestellt, zum Einlaß zur Mischkammer 30 hin verbreitert. Die Verbreiterung ist als plötzliche Verbreiterung 27 ausgebildet, so daß ein erster Abschnitt 26 der zweiten Zuführung 20 mit konstantem Durchlaßquerschnitt sich plötzlich zu einem daran anschließenden weiteren Abschnitt 28 mit einem ebenfalls konstanten, jedoch größeren Durchlaßquerschnitt erweitert. An der Verbreiterung 27, die sich herstellungsbedingt in einem Winkel von etwa  $60^\circ$  öffnet, idealerweise jedoch Übergangslos ausgeführt ist, treten Turbulenzen auf, wodurch die in Richtung der Mittellachse 22 weisende Impulskomponente des zweiten Strahls reduziert wird. Ein Öffnungswinkel von  $60^\circ$  ist als untere Grenze anzusehen. Der zweite Strahl trifft deswegen mit einem ausgeprägt turbulenten Strömungsprofil auf die flache Seite des Breitstrahls auf. Diese Maßnahme trägt in erheblichem Maße zur Verschleißminderung des Bereichs 34 bei, während wegen der durch die genannten Turbulenzen erzeugten Quergeschwindigkeitskomponenten des Strahlinhalts gleichzeitig die Vermischung in der Mischkammer 30 intensiviert und die Drehimpulsaufprägung nicht nachteilig beeinflusst werden. Gegebenenfalls könnte in Ausbildung solch eines zweiten Strahls, insbesondere bei der im folgenden noch präzisierten Geometrie des Mischkopfes, sogar ein auf bereits bekannte Weise, beispielsweise gemäß der Lehre der EP 0 171 448 B1, erzeugter erster Strahl verwendet werden.

Die zweite Zuführung 20 wird durch einen kreiszylindrischen Rohrstutzen 24 mit dem ersten Abschnitt 26 am an schlußseitigen Ende gebildet, der in eine Zuführung 21 für Behandlungsmittel einsteckbar ist und zur Bildung einer plötzlichen Querschnittsverengung 23 einen Außendurchmesser A besitzt, der mindestens das 1,5-fache, insbesondere etwa das 2-fache, des Durchmessers des ersten Abschnitts 26 beträgt.

Die beschriebene Ausbildung des Mischkopfes 1 kommt insbesondere seiner Verwendung zum Behandeln von stark konturierten Oberflächen wie Skulpturen bzw. Figuren aus Holz, Gips, Bronze und dergleichen, zugute, die oftmals stark zerklüftete und stark zerworfene Oberflächen aufweisen, so daß das verwendete Werkzeug, d.h. der Mischkopf 1, in den entsprechend kleinen Abmaßen, die durchaus als miniaturhaft bezeichnet werden können, ausgebildet sein muß. Wären nämlich die beiden in der Mischkammer aufeinandertreffenden Strahlen verhältnismäßig stark gebündelt, so wäre der Exzentrizität ihrer jeweiligen Mittellachsen we-

gen ein Aneinandervorbeischießen kaum zu verhindern.

Der Öffnungswinkel  $\alpha$  des austretenden Behandlungsstrahls 50 ist so bemessen, daß der auf der zu behandelnden Oberfläche auftreffende Strahl in der typischen Arbeitsentfernung eine Fläche von weniger als Fünfundzwanzigstelgröße, also weniger als etwa 7 cm<sup>2</sup> überdeckt. Der Öffnungswinkel  $\alpha$  des Behandlungsstrahls 50 beträgt etwa 20°. Er ist in jedem Fall kleiner als 30°.

Zur Ausbildung eines solchen Behandlungsstrahls 50 ist im Anschluß an die Mischkammer 30 der sich idealerweise stetig verjüngende Abschnitt 42 mit einer Streckung von etwa 5:1 ausgebildet. Dabei wird unter dem Begriff der Streckung das Verhältnis der Länge zum Durchmesser dieses kreiszylindrischen Abschnitts 42 verstanden. Gute Ergebnisse werden bei Streckungen zwischen 4:1 und 8:1 erzielt.

Der verjüngte Abschnitt 42 geht ausgangsseitig in einen weiteren kreiszylindrischen Abschnitt 44 mit konstantem Durchlaßquerschnitt über. In diesem letzten Abschnitt 44 findet, wie sich im Laufe der Entwicklungsarbeiten herausstellte, nochmals eine Vergleichmäßigung der Durchmischung und eine Beruhigung der nicht in Richtung der Rotation erfolgenden Bewegungen des Strahlinhalts statt.

Die beiden Abschnitte 42 und 44 sind als einteilige Hülse 40 aus einem keramischen Material in einer Aufnahme 36 des Mischkammergehäuses 32 eingesetzt. Kammerseitig liegt der verjüngte Abschnitt 42 in Ausbildung einer Schulter 39 an einem Sinterring 38 mit einem scharfkantigen Rand. Die Verlängerung der Mittelachse 22 der zweiten Zuführung 20 weist in den oder kurz vor den zwischen dem Sinterring 38 und der Mischkammerwandung liegenden Bereich 34. Die hinter dem Auftreffbereich 34 durch den Sinterring 38 ausgebildete Schulter 39 verhindert ein Entlanggleiten der auftreffenden Strahlbestandteile an der Kammerwandung, wodurch die Rotationsbildung und weitere -ausprägung sonst unerwünschterweise verzögert würde.

Eine entscheidende Rolle kommt auch der Abstimmung der Abmessungen der einzelnen Komponenten des Mischkopfes 1, einschließlich der ersten und der zweiten Zuführung 10 und 20, zu, insbesondere den Längen- und Querschnittsflächenverhältnissen hintereinanderliegender Strömungsquerschnitte sowie den aus den Längen und den Querschnittsflächen bzw. den Durchmessern gebildeten und als Streckung bezeichneten Verhältnissen. Hierzu wird ausdrücklich auf die im Maßstab 1:1.4 ausgeführte Figur 1 verwiesen.

So hat ein die zweite Zuführung 20 mit den beiden Abschnitten 26 und 28 bildender Stutzen 24 einen Außendurchmesser, bevorzugterweise von einem halben Zoll, mit einem geeigneten Anschluß-

bereich 25 für den Anschluß an die gängigen Druckgasquellen und -schläuche. Dabei hat sich erst in Versuchen gezeigt, daß die Stirnfläche 27 am freien Ende des Stutzens 24 möglichst plan sein sollte. Sie reicht daher plan bis an den Innendurchmesser eines aufgeschobenen Schlauches 21 heran und ist lediglich zu dessen Schutz vor Beschädigung minimal am äußeren Rand angefast. Ebenso reicht die Stirnfläche 27 auch so nahe wie möglich plan bis zu der Kante des als einfache Bohrung ausgeführten ersten Abschnitts 26 heran, um im Ergebnis idealerweise eine plötzliche Verengung 23 von dem Querschnitt des Schlauches 23 auf den des ersten Abschnitts 26 zu bilden. Versuche haben gezeigt, daß eine Abrundung und sogar eine zu starke Fasung der Stirnfläche 27 überraschenderweise einen nicht zu vernachlässigenden, unerwünschten Einfluß auf das Strömungsprofil des zweiten Strahls bei dessen Einleitung in die Mischkammer 30 ausüben.

Der Durchmesser des ersten Abschnitts 26 der zweiten Zuführung 20 beträgt etwa 6 mm, während der zweite, verbreiterte Abschnitt 28 einen Durchmesser von etwa 8 mm besitzt. Das Längenverhältnis dieser beiden Abschnitte 26 und 28 beträgt in etwa 3:2, wobei als Länge des kammerseitigen Abschnitts 28 die Länge seiner Mittelachse bis zum Schnitt mit der Mischkammerwandung angenommen wird und der erste Abschnitt 26 in einer Länge von 20 bis 40 mm, insbesondere von etwa 30 mm, ausgeführt ist.

Der Durchmesser der im Ausführungsbeispiel kreiszylindrischen Mischkammer 30 beträgt etwa 10 mm. Die im wesentlichen rechteckige Düsenöffnung 14 besitzt eine Länge l von etwa 1,2 mm und eine Breite d von etwa 0,4 mm. Der erste Strahl erfüllt seine Funktion auch bei einer Länge l der Düsenöffnung 14 von 0,8 bis 1,8 mm und einer Breite b von 0,2 bis 1,2 mm. Dabei ist die Düsenöffnung 14 mindestens 1,5- bis höchstens 4-mal so lang wie sie breit ist. Bevorzugterweise ist sie zweimal bis gut dreimal so lang wie breit. Die Länge l der Düsenöffnung 14 sollte als Bemessungsregel nicht viel weniger als 1 Zehntel des Durchmessers der Mischkammer 30 betragen, was etwa als Untergrenze des Verhältnisses von Mischkammerdurchmesser und Öffnungslänge anzusehen ist.

An seinem mischkammerseitigen Einlaß hat der sich verjüngende Abschnitt 42 einen Durchmesser von ca. 8 mm, der sich zum Ausgangsabschnitt 44 hin auf etwa 3,5 mm verengt. Der Durchmesser verringert sich höchstens auf ein Viertel seines Wertes am mischkammerseitigem Einlaß. Der Auslaßabschnitt 44 selbst weist dann den konstanten Durchmesser von etwa 3,5 mm auf. Seine äußere Auslaßkante ist scharfkantig. Gegebenenfalls wird sie zusätzlich nochmals besonders verschleißfest ausgebildet. Dabei beziehen sich sämtliche Durch-

messerangaben auf kreiszylindrische Querschnittsflächen.

Es hat sich herausgestellt, daß sich ein solcher Mischkopf auch sehr gut zur Reinigung von Aluminium-Flächen eignet, und zwar sowohl für eloxiertes Aluminium als auch für beschichtetes Aluminium, wie es für Gebäudefassaden eingesetzt wird.

Bisher mußten solche Aluminium-Flächen von Hand oder mit Hilfe von chemischen Reinigungsmitteln gereinigt werden. Die nach den Bestimmungen bestehenden Anforderungen, daß pro Reinigungsvorgang nur maximal 3 µm der Aluminiumfläche abgetragen werden dürfen, ließen sich mit diesen herkömmlichen Reinigungsverfahren in der Regel nicht erfüllen.

Wird nun der hier beschriebene Mischkopf in Verbindung mit einem feinkörnigen Reinigungsmedium eingesetzt, so lassen sich auch empfindliche Aluminiumflächen ohne Einsatz von chemischen Reinigungsmitteln maschinell reinigen.

Als feinkörniges Reinigungsmedium kommt das Material in Frage, wie es in der europäischen Patentanmeldung 0 374 291 beschrieben wird, nämlich ein mineralisches Strahlgut mit einer Härte (Mohshärte) von maximal 4 und mit einem Durchmesser von 0,01 bis 1 mm. Ein besonderes geeignetes Material ist Dolomit.

Als Alternative hierzu kommt auch Bimsstein-Mehl oder eine Mischung von Dolomit mit Bimsstein-Mehl in Frage.

Während zur Reinigung üblicher Flächen etwa 2,3 m<sup>3</sup> Luft/min. eingesetzt werden, wird bei der Reinigung von Aluminium-Flächen mit einem wesentlich höheren Luftanteil gearbeitet, nämlich einem Luftanteil, der zwischen 3,2 und 4,2 m<sup>3</sup>/min. liegt.

Versuche haben ergeben, daß mit diesem Reinigungsverfahren bei Verwendung von Dolomit als Strahlgut nur etwa 0,5 µm Oberfläche pro Reinigungsvorgang abgetragen werden, also die oben erwähnte Norm erfüllt wird.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung für die Behandlung, beispielsweise die Reinigung von empfindlichen Oberflächen, insbesondere von stark konturierten Oberflächen wie die von Skulpturen aus Holz, Gips, Bronze und dergleichen,
  - a) mit einem Mischkopf (1) zum Vermischen von dem Mischkopf (1) zugeführten Medien und zum Versprühen eines daraus gebildeten Behandlungsstrahls (50),
  - b) wobei unter Druck in eine Mischkammer (30) des Mischkopfes (1) über eine erste Zuführung (10) durch einen Einlaß (12) ein erster, ein flüssiges Behandlungsmittel enthaltender Strahl und

c) über eine zweite Zuführung (20) ein zweiter Strahl, dessen Strahlachse (22) unter einem Winkel ( $\gamma$ ) gegenüber der Strahlachse (11) des ersten Strahls geneigt ist und exzentrisch dazu verläuft, eingeleitet werden,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

d) der Einlaß (12) eine schlitzförmige Einlaßöffnung (14) aufweist, deren Längsachse (16) so orientiert ist, daß der erste Strahl die Querschnittsfläche des zweiten Strahls im Schnittbereich im wesentlichen überdeckt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Längsachse (16) der Einlaßöffnung (14) in etwa in einem rechten Winkel zu der Ebene steht, die von den Strahlachsen (11; 22) des ersten und des zweiten Strahls aufgespannt wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlachse (11) des durch die Einlaßöffnung (14) tretenden ersten Strahls in etwa zu dem Auslaß der Mischkammer (30) weist, insbesondere daß dessen Strahlachse (11) mit der Symmetrieachse der rotationssymmetrisch ausgebildeten Mischkammer (30) zusammenfällt.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge (1) der Einlaßöffnung (14) das 1,5- bis 4-fache ihrer Breite (b) beträgt.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Verlauf der zweiten Zuführung (20) der Durchlaßquerschnitt zum Einlaß in die Mischkammer (30) hin als plötzliche Verbreiterung (27), insbesondere als plötzliche Verbreiterung (27) von einem ersten Abschnitt (26) auf einen zweiten Abschnitt (28) mit einer jeweils konstanten, zylindrischen Durchlaß-Querschnittsfläche, ausgebildet ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Zuführung (20) durch einen Rohrstutzen (24) mit dem ersten Abschnitt (26) am anschlusseitigen Ende, das eine nahezu gänzlich plane Stirnfläche (27) aufweist, gebildet wird.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Reduzierung oder Vehinderung eines Gleitens von Strahlbestandteilen stromaufwärts von dem Schnittbereich der beiden Strahlen ein Vorsprung (38) von der Kammerwandung in die

Kammer (30) hineinragt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorsprung (38) durch eine umlaufende Schulter, insbesondere durch einen Sinterring, gebildet wird, die zumindest einen halben Millimeter, insbesondere einen Millimeter, in die Mischkammer (30) hineinragt. 5
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Mischkopf (1) im Anschluß an die Mischkammer (30), insbesondere im Anschluß an die Schulter (38), allmählich verjüngt. 10
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Mischkopf (1) im Anschluß an den verjüngten Abschnitt (42) auslaßseitig einen Abschnitt (44) konstanten Durchlaßquerschnitts, insbesondere kreiszylindrischen Querschnitts, besitzt. 15 20
11. Verfahren für die Behandlung, beispielsweise die Reinigung, von empfindlichen, stark konturierten Oberflächen wie die von Skulpturen aus Holz, Gips, Bronze und dergleichen, insbesondere unter Verwendung einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Behandlung mittels eines um seine erzeugende Strahlachse (11) rotierenden Behandlungsstrahls (50) mit zumindest einem vor seiner Zerstäubung flüssigen Behandlungsmittel erfolgt, wobei sich der Behandlungsstrahl (50) unter einem Winkel ( $\alpha$ ) von weniger als  $30^\circ$  öffnet. 25 30 35
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Behandlungsstrahl (50) Wasser, eine besondere Wasch- oder eine Schutzflüssigkeit oder eine Mischung daraus enthält. 40
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Behandlungsstrahl (50) feste Partikel, insbesondere Feststoff- und/oder Eispartikel, enthält. 45
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß es für die Reinigung von Aluminium-Oberflächen eingesetzt wird. 50

55

Fig. 1

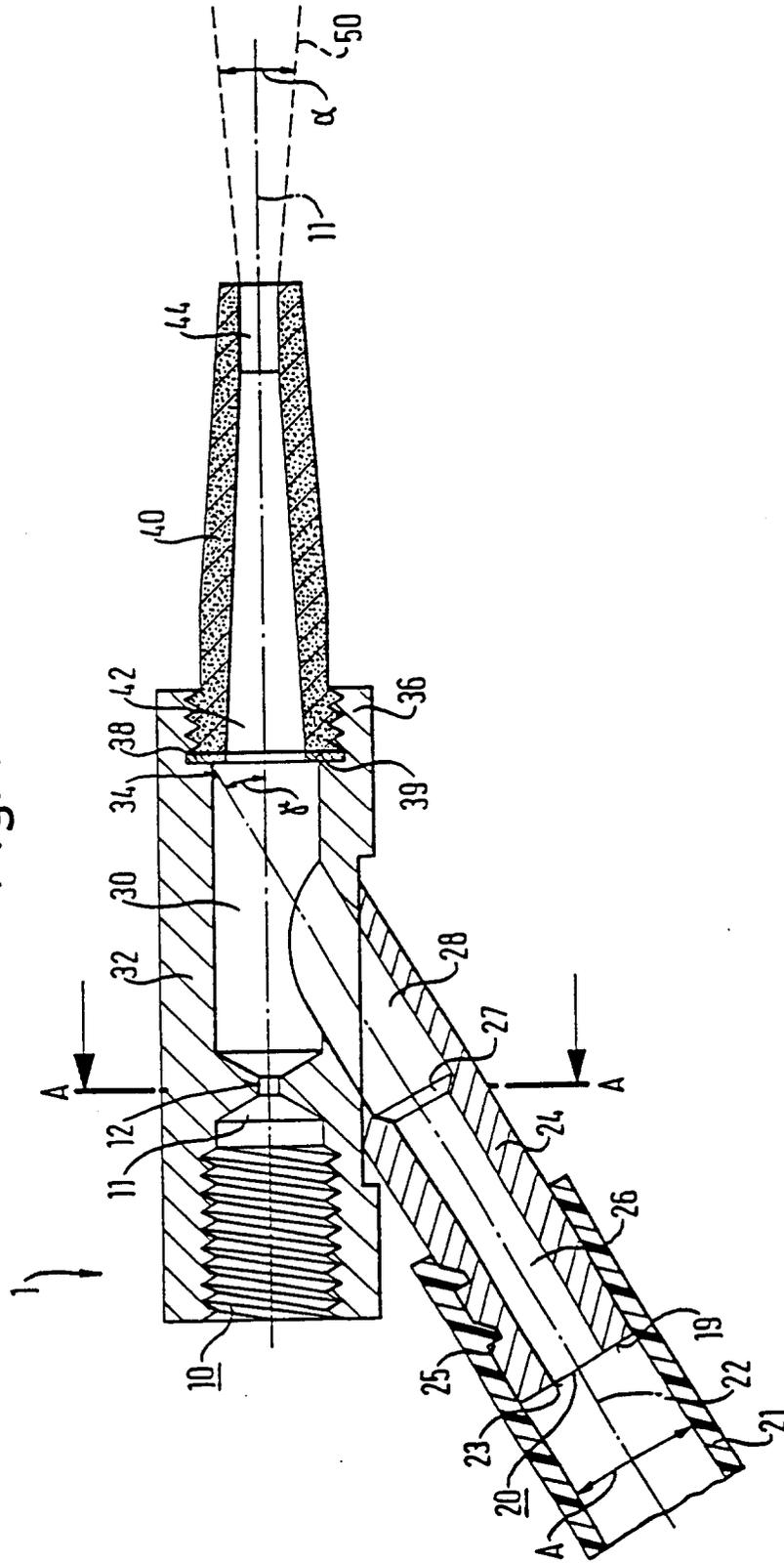
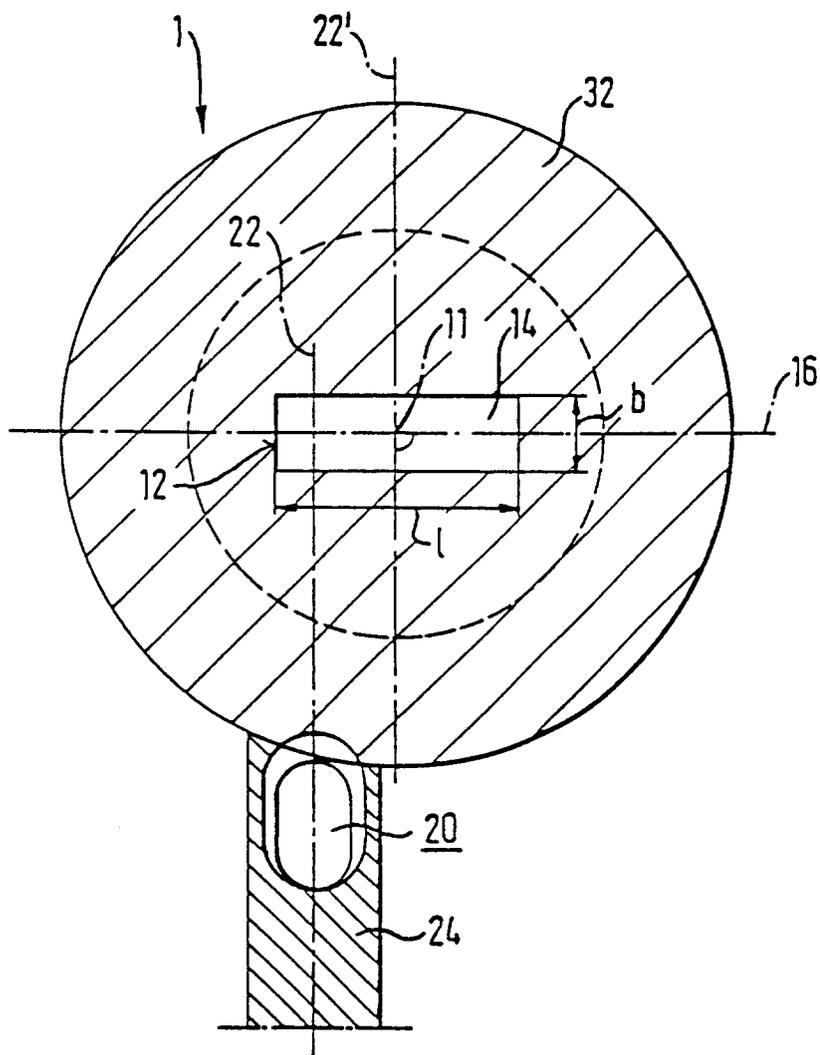


Fig. 2





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
Y	DE-A-40 02 787 (EICHBAUER ET AL) * Spalte 1, Zeile 3-5 * * Spalte 3, Zeile 23 - Spalte 4, Zeile 43 * * Spalte 4, Zeile 60 - Spalte 5, Zeile 37; Abbildungen 1,2 * ---	1-3,7-9, 11-14	B24C5/04
Y	EP-A-0 090 691 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) * Seite 5, Zeile 13-15 * * Seite 6, Zeile 16-27; Abbildung 1 * ---	1-3,7-9	
Y	DE-A-36 22 292 (INGENIEURSCHULE FÜR KRAFT- UND ARBEITSMASCHINENBAU >> RUDOLF DIESEL<<) * Seite 3, Zeile 19 * * Seite 3, Zeile 28-31; Abbildung * ---	11-14	
A	US-A-2 605 596 (UHRI) * das ganze Dokument * ---	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)
D,A	EP-A-0 171 448 (SZÜCS) * Seite 5, Zeile 40-44; Abbildung 1 * ---	5	B24C
A	EP-A-0 437 168 (POSSIS CORPORATION) * Spalte 5, Zeile 40-44; Abbildung 2 * ---	7,8	
A	EP-A-0 110 529 (FLOW INDUSTRIES INC.) * Abbildung 2 * ---	10	
A	GB-A-2 159 069 (JOHN LINK) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	10. November 1993	PETERSSON, M	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung		.....	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	